

Notitie / Memo

HaskoningDHV Nederland B.V.
Water & Maritime

Aan: BrabantWater
Van: 5.1.2.e
Datum: 2023-12-12
Kopie: Click to enter "CopyTo"
Ons kenmerk: BI8614-WM-ME-231026-1208
Classificatie: Projectgerelateerd
Gecontroleerd door: 5.1.2.e

Onderwerp: Memo stroombaanberekening Kruisland

1 Inleiding

Voor de winning Kruisland moet nog bepaald worden of er gekozen wordt voor een grondwaterbeschermingsgebied of een boringsvrije zone. De uitgangspunten van het beschermingsbeleid zijn eerder door ons beschreven in een memo (26 september 2023).

Voor het bepalen van de boringsvrije zone en het beschermingsgebied zijn stroombaanberekeningen uitgevoerd met het gekalibreerde grondwatermodel. Beide zones definiëren een gebied waarbinnen de reistijd naar het filter minder is dan 25 jaar. Voor de boringsvrije zone is dit bepaald in het pomppte pakket, voor het beschermingsgebied is dit bepaald boven de weerstandslaag.

2 Methode

2.1 Opdeling Formatie van Oosterhout

De berekeningen zijn gemaakt met het gekalibreerde Kruislandmodel. Voor de stroombaanberekeningen is de Formatie van Oosterhout opgedeeld in meer lagen.

Uit de analyse van de pompproef blijkt dat 80% in de bovenste helft wordt opgepompt en 20% in de onderste helft. Om dit goed te simuleren hebben we modellaag 19 waarin zich de filters bevinden opgesplitst in vier modellagen. Hierdoor krijgen we een grondwatermodel van 29 lagen.

De totale kD van de originele modellaag moet gelijk blijven. De verdeling van K-waardes is weergegeven in

Tabel 2-1. We hebben de doorlatendheid van de het bovenste deel verhoogd naar 33 m/d. Kennelijk is de doorlatendheid van het bovenste deel aanzienlijk groter, niet zo zeer alleen door de korrelgrootte, maar ook door het gehalte aan schelpen. Voor de rest van het pakket is een waarde van 14,5 m/d nodig om met dezelfde kD te rekenen.

Tabel 2-1. Verdeling k-waardes formatie van Oosterhout in het uitgangsmodel en stroombaanmodel

| Laag | Diepte [m - mv] | Doorlatendheid van modellaag [m/d] | | Verdeling van het debiet |
|------|-----------------|------------------------------------|-----------------|--------------------------|
| | | Uitgangsmodel | Stroombaanmodel | |
| 18 | 103-114 | 19 | 19 | |
| 19 | 114-124 | 19 | 14.5 | |
| | 124-138 | 19 | 33 | 70% |
| | 138-152 | 19 | 14.5 | 30% |
| | 152-172 | 19 | 14.5 | |
| 20 | 172-182 | 9.5 | 9.5 | |
| 23 | 182-210 | 9.5 | 9.5 | |

2.2 Uitgangspunten voor stroombaanberekening

Het Kruislandmodel is opgebouwd in Modflow6 en dit geeft de mogelijkheid om gebruik te maken van de nieuwe XT3D (Provost, e.a., 2017) optie om stroombanen te berekenen.

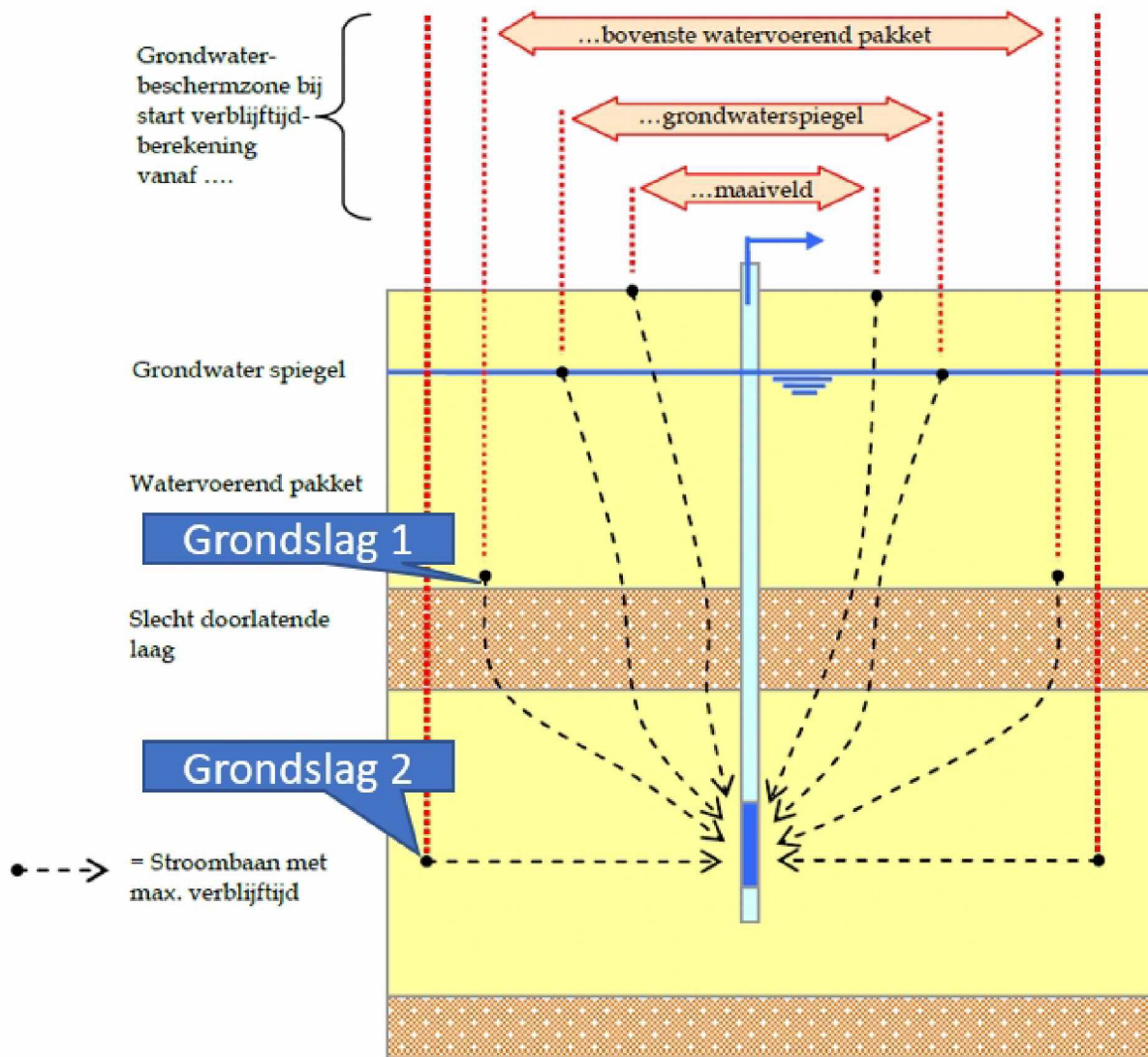
De onttrekking Kruisland is als volgt geschematiseerd:

- Debiet van 3,5 M m³/jaar evenredig verdeeld over 10 putten
- Filterdiepte -124 tot -152 meter diepte
- 70 % van het onttrokken debiet komt uit de 14 meter van het filtertraject en de resterende 30% uit de onderste 14 meter van het filtertraject.

Voor het berekenen van de stroombanen zijn twee berekeningen gemaakt volgens grondslag 1 en 2 (zie figuur 1). In beide berekeningen is gebruik gemaakt van forward tracing. Dit betekent dat startpunten in het midden van een modelcel worden gelegd en dat wordt geanalyseerd of deze stroombaan in de winput terecht komt.

Er zijn twee berekeningen gemaakt:

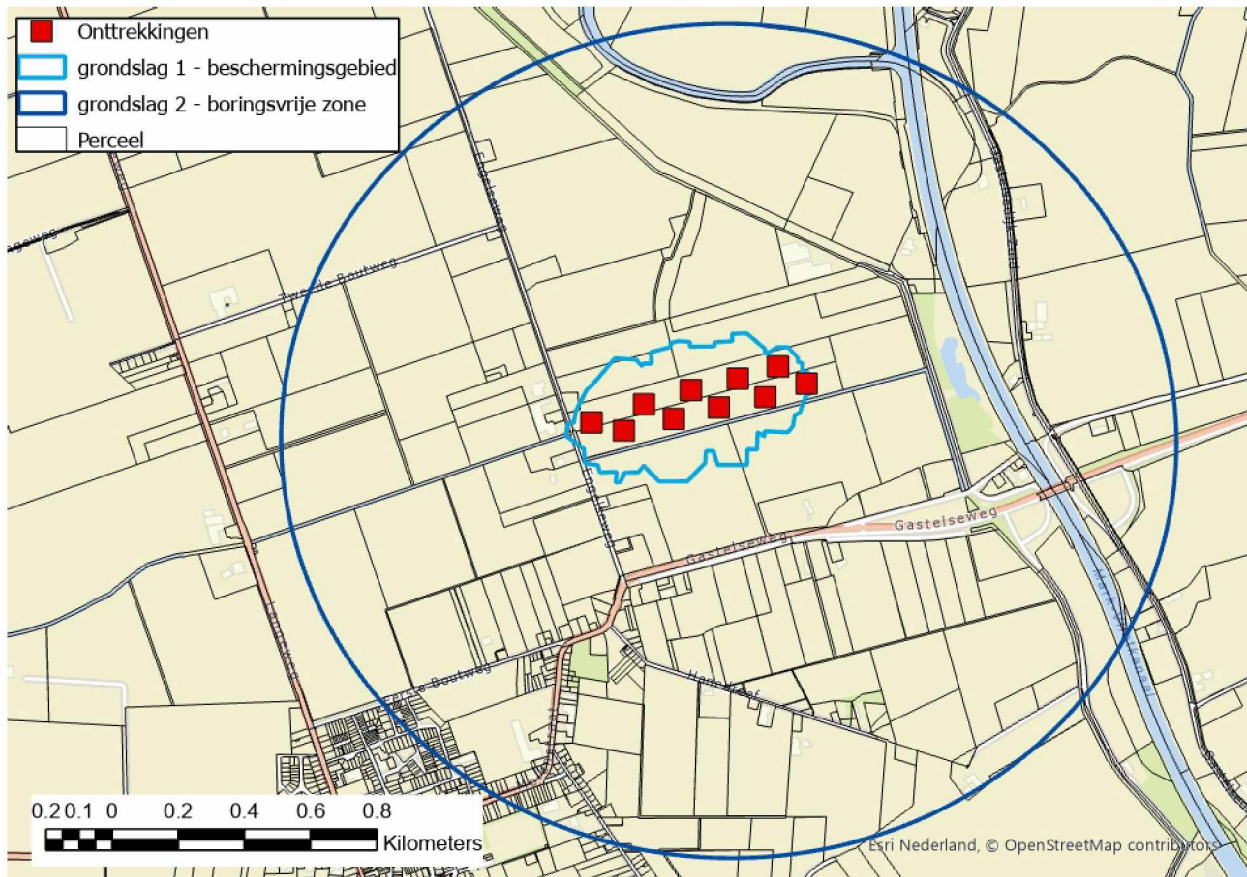
1. Een berekening voor grondslag 1. De stroombanen beginnen op de onderkant van modellaag 16 (formatie van Maassluis). Stroombanen bewegen zich dan naar beneden door de Oosterhoutklei om bij de winning uit te kunnen komen.
2. Een berekening volgens grondslag 2. Dit betekent dat de stroombanen in het watervoerend pakket (formatie van Oosterhout) starten waaruit water wordt onttrokken. Er is gekozen voor stroombanen vanaf de bovenkant van modellaag 19 (114 meter -mv) tot het midden van modellaag 21 (Oosterhout complex).



Figuur 1: Illustratie bepaling beschermingszones: grondslag 1 en grondslag 2

3 Resultaat

Het resultaat van de twee berekeningen is gepresenteerd in figuur 2. Het berekende gebied volgens grondslag 2 is veel groter omdat waterdeeltjes een veel grotere afstand kunnen afleggen in het goed doorlatende pakket. In grondslag 1 is dit veel minder omdat het water verticaal en langzaam door de Oosterhoutklei stroomt.



Figuur 2: Berekende beschermingszones volgens grondslag 1 en grondslag 2

Literatuur

Provost, A.M., Langevin, C.D., and Hughes, J.D., 2017, Documentation for the “XT3D” option in the Node Property Flow (NPF) Package of MODFLOW 6: U.S. Geological Survey Techniques and Methods, book 6, chap. A56, 40 p., <https://doi.org/10.3133/tm6A56>.